

## ファイル共有とリアルタイム通信を実現する 中央管理型 P2P 情報共有システム (NRBS) の開発

松原 大典<sup>1</sup> 三木 和穂<sup>2</sup> 井内 秀則<sup>1</sup>

ユビキタス時代に向けた次世代型のユーザ間 IP コミュニケーションを実現するアプリケーションシステムを提案・開発した。本システムはユーザ間 IP コミュニケーションの要件であるユーザモビリティ、マルチモーダル、異種端末間通信、プレゼンス情報の利用、情報/ユーザの探索を実現することを特徴とする。本検討でユーザ間 IP コミュニケーションの動向や要件等を整理し、本コンセプトを実現するためのシステム構成と要素機能を提案し、実証システムを開発した。本システムは中央管理型の P2P 通信方式でファイル共有とリアルタイム通信を提供し、ユーザ間の高度な情報共有を実現する。

### Development of Central Managed P2P Information Sharing System (NRBS) Featuring File Sharing and Real-time Communication

Daisuke Matsubara<sup>1</sup> Kazuho Miki<sup>2</sup> Hidenori Inouchi<sup>1</sup>

In this study, we have proposed and developed an application system that enables next generation user IP communication for the 'ubiquitous' era. This system supports requirements for user IP communication such as, user mobility, multi-modal communication, communication between heterogeneous terminals, use of presence information, and functionality for seeking information or other users. We have analyzed trend and requirement for user IP communication, proposed system architecture and functionality for enabling the concept, and developed proof-of-concept system. This system provides file sharing function and real-time communication, hence provides enhanced information sharing between users.

#### 1. はじめに

近年のブロードバンドアクセスやモバイル端末の普及によって「いつでもどこでも何とでもつながる」ユビキタスなネットワーク環境が普及しつつある。「ユビキタス」というキーワードが示す技術分野は非常に広範囲に及ぶが、全体的な潮流として、今後ユビキタス環境におけるコミュニケーション形態は「人対人」から「物対物」へと広がっていく[1]。ユビキタス環境におけるコミュニケーション形態は表 1 のように推移されると考えられる。特に近年の通信

キャリアによる VoIP (Voice over IP) サービスの展開や、家庭や企業における IM (Instant Messaging) の普及などで、IP ネットワークを使った「人対人」のコミュニケーションが注目されている。このようなユビキタスな IP ネットワーク環境においてユーザ間がコミュニケーションを行う通信様式を「ユーザ間 IP コミュニケーション」と呼ぶこととする。本検討ではこのユーザ間 IP コミュニケーションに焦点を絞り、整理・検討を行った。

<sup>1</sup> 日立製作所 中央研究所, Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

<sup>2</sup> 日立アメリカ R&D, Research and Development Division, Hitachi America, Ltd.

表1 コミュニケーション形態の推移

通信形態	人対サーバ	人対人	人対物	物対物
普及年代	1995年～	2000年～	2005年～	2010年～
適用分野	Web	情報共有 ワーカー通信	機器制御 遠隔監視	センサー・ネット (RFID)

## 2. ユーザ間 IP コミュニケーションの概要

ユーザ間 IP コミュニケーションの通信形態としてはメール、掲示板、IM、VoIP、テレビ電話[2]、ファイル転送、などがある。各通信形態とその特徴を整理したものを表2に示す。

表2 ユーザ IP コミュニケーションの通信形態

通信形態	転送データ種別	プロトコル	通信モデル
メール	テキスト	POP, SMTP, IMAP	C/S
掲示板	テキスト	HTTP	C/S
IM	テキスト	SIP, SIMPLE, 独自	P2P
VoIP	音声	H.323, SIP, RTP	P2P
テレビ電話	動画、音声	H.323, SIP, RTP	P2P
ファイル共有	ファイル	NFS, NetBIOS, HTTP	P2P

この内従来技術であるメールや掲示板はサーバ経由のコミュニケーションであるのに対して、近年台頭している IM、VoIP、テレビ電話、ファイル共有などはいずれもユーザ端末 (peer) 間で直接データ通信を行う。前者をクライアント/サーバ型 (以下、C/S 型) 型モデルと呼び、後者を P2P (Peer-to-Peer) 型モデルと呼ぶ。C/S 型通信と P2P 型通信を比較したものを表3に示す。P2P 型通信はリアルタイム性が高く、大容量のデータをユーザ間でやり取りする場合 C/S 型通信と比較してサーバに対する負荷が小さい。よって P2P 型通信はリアルタイム通信や大容量のファイル共有に適する。

表3 C/S 型通信と P2P 型通信の比較

特徴	C/S	P2P
転送データの経路	クライアント →サーバ →クライアント	クライアント →クライアント
リアルタイム性	小	大
大容量データに対するサーバ負荷	大	小

## 3. ユーザ間 IP コミュニケーションの要件

本章ではユーザ間 IP コミュニケーションの要件を検討する。「いつでも、どこでも、何とでもつながる」というユビキタス環境を実現するには、ユーザが選択可能な通信形態を広げることが重要となる。また、これにより通信形態の選択が複雑になるため、これを容易にすることが重要となる。ユーザ間 IP コミュニケーションにおいて「通信形態の自由化」と「通信形態選択の容易化」を目的とした場合、その本質的ニーズとして「端末機器の自由化」「通信手段の自由化」「端末種別の自由化」「通信手段の状態把握」「情報や通信相手の絞込み」が挙げられる。

上記の理由より、本研究ではこれらの本質的ニーズを満たす要件として、「ユーザモビリティ」、「マルチモーダル」、「異種端末間通信」、「プレゼンス情報の利用」、「情報/ユーザの探索」を取り上げ検討を行った。表4にユーザ間 IP コミュニケーションの要件を整理したものを示す。

表4 ユーザ間 IP コミュニケーションの要件

#	目的	本質的ニーズ	要件
1	通信形態の自由化	端末機器の自由化	ユーザモビリティ
2		通信手段の自由化	マルチモーダル
3		端末種別の自由化	異種端末間通信
4	通信形態選択の容易化	通信相手の状態把握	プレゼンス情報の利用
5		情報や通信相手の絞込み	情報/ユーザの探索

### 3.1 ユーザモビリティ

ユーザが端末から端末に渡り歩くことをユーザモビリティという。ユーザモビリティによって、ユーザは必要に応じて自由に端末機器を選択することが可能になる。ユーザモビリティの端末利用形態としては大きく分けて、1人のユーザが複数の端末を利用する1ユーザ複数端末利用と、1つの端末を複数のユーザが利用する1端末複数ユーザ利用がある。前者はユーザに対する接続要求をどの端末に振り分けるかを選択するセッション振り分け機能が必要となる。後者は1つの端末にて複数のユーザアカウントを管理するマルチアカウント機能が必要となる。

また、いずれの場合もアカウント情報やアドレス帳などのユーザ固有の情報をどの端末からもアクセスできる機能が必要になる。

### 3.2 マルチモーダル

ユビキタス通信において単一アプリケーションで複数の通信手段を実現することをマルチモーダルという。マルチモーダルには以下の長所がある。1 つは複数のアプリケーションのユーザアカウントを単一のユーザアカウントに統合できるため、ユーザアカウントの管理が容易になる点である。もう 1 つは自分や通信相手の状況や利用している端末に応じて通信手段を切り替えることができる点である。マルチモーダルを実現するには、通信手段選択型アプリケーションが必要となる。

### 3.3 異種端末間通信

異なる種類の端末同士で通信を行うことを異種端末間通信という。ユーザ間 IP コミュニケーションではユーザモビリティによってユーザが様々な種類の端末を利用することが想定されるため、異なる種類の端末同士が通信できることが重要となる。端末の種類によって使用する通信手段やプロトコルなどが異なる場合は、通信メディアやプロトコルを変換するゲートウェイが必要となる。

### 3.4 プレゼンス情報の利用

オンライン状態などのユーザ状態を示す情報をプレゼンス情報という。ユーザは通信相手のプレゼンス情報を基に接続先の端末や最適な通信手段を選択することが可能となる。ユーザ間 IP コミュニケーションではユーザモビリティによってユーザが複数の端末を使用するようになり、マルチモーダルによって複数の通信手段が利用可能となるため、プレゼンス情報の利用が重要となる。プレゼンス情報の利用には、ユーザ端末のプレゼンス表示機能が必要となる。

### 3.5 情報/ユーザの探索

多数の情報やユーザから適切なものを絞り込むことを情報/ユーザの探索という。ユーザ間 IP コミュニケーションでは従来と比較してより多くの情報やユーザへのアクセスが可能となるが、それによって情報/ユーザの探索は重要と

なる。情報/ユーザの探索の実現機能としては、検索機能やディレクトリ機能などがある。

図 1 にユーザ間 IP コミュニケーションの概念図を、表 5 に上記要件を整理した表を示す。

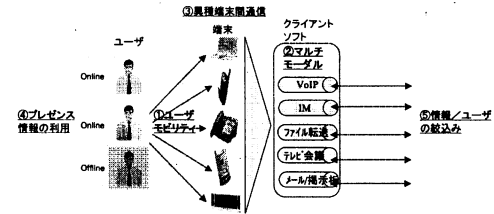


図 1 ユーザ間 IP コミュニケーション

表 5 ユーザ間 IP コミュニケーションの要件と要求技術

要件	要求技術
ユーザモビリティ	・セッション振り分け機能 ・マルチアカウント機能 ・ユーザ固有情報へのアクセス
マルチモーダル	・通信手段選択型アプリケーション
異種端末間通信	・変換ゲートウェイ
プレゼンス情報の利用	・プレゼンス表示機能
情報/ユーザの探索	・検索機能 ・ディレクトリ機能

## 4. 情報共有システム NRBS

3 章で検討したユーザ間 IP コミュニケーションの要件を踏まえ、ユビキタスのコミュニケーションを実現するシステムとして情報共有システム NRBS (Network Resource Browsing System) を提案した。本章では NRBS の概要を説明する。

### 4.1 基本コンセプト

NRBS は、ファイル共有とリアルタイム通信を連携させた通信キャリア・ISP・企業向け情報共有アプリケーションである。本システムは以下の特徴を持つ。

- ・ 端末間 P2P 通信によってファイル共有とリアルタイム通信を実現。
- ・ 中央管理型システム構成によってシステムの集中管理が可能。

- ・ IPv4 と IPv6 の両プロトコルに対応。

NRBS は表 6 に示す機能を持つ。

表 6 NRBS の主な機能

主機能	詳細機能
ファイル共有	ファイル登録・ダウンロード
	ディレクトリ管理
	アクセス制御
	ファイル検索
リアルタイム通信	プレゼンス
	VoIP
	IM
	ファイル転送
ユーザ・ディレクトリ管理	ユーザの検索、グループの作成・編集・検索

本システムは 3 章で考察したユーザ間 IP コミュニケーションの要件を以下のように実現する。

- ・ ユーザモビリティ：1 人のユーザが複数の端末を利用可能。異なる端末で同一のユーザ情報（パディリスト）を参照可能。
- ・ マルチモーダル：ファイル共有、VoIP、IM を一つのアプリケーションで実現。ユーザはこれらの通信手段から最適なものを選択可能。
- ・ 異種端末間通信：PC と携帯端末間でのファイル共有を実現。ゲートウェイが PC で登録した画像ファイルを P2P 通信で受信し、携帯電話や PDA で閲覧可能な HTML ファイルを作成した上、Web ブラウザで受信可能な HTTP プロトコルに変換して送信。
- ・ プレゼンスの利用：ユーザのプレゼンス情報を表示し、ユーザに通信手段の選択する機能を提供。
- ・ 情報・相手の絞込み：仮想ディレクトリを提供し、ファイルやユーザをブラウジングによる探索機能を提供。またファイルやユーザの検索機能を提供。

#### 4.2 システム構成

本システムは端末間通信を行う端末クライアント、クライアント間の通信を制御したりシステム情報を管理する管理サーバ、プロトコル変換などを行うゲートウェイで構成される。図 2

にシステム構成図を、表 7 にシステム構成要素とその主な機能を示す。

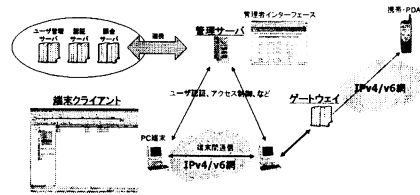


図 2 システム構成

表 7 構成要素と主な機能

構成要素	主な機能
端末クライアント	・ 端末間通信・管理サーバとの通信 ・ キャッシュ保存 ・ ユーザインタフェースの提供
管理サーバ	・ 端末間通信のセッション制御 ・ システム情報（ディレクトリ情報、アクセス制御情報、ユーザ情報）の管理 ・ 管理者インタフェースの提供
ゲートウェイノード	・ 端末間通信の代行 ・ ファイルデータの変換 ・ キャッシュ管理 ・ 携帯端末用ページの作成

本システムはファイル共有部分（NRBS: Network Resource Browsing System）とリアルタイム通信部分（NRCS: Network Resource Communication System）に機能ブロックに分割されており、それぞれプロトコルとして HTTP と SIP/SIMPLE[3][4][5]を使った通信を行なう。表 8 に各機能ブロックの概要を示す。

表 8 機能ブロック

機能ブロック	通信形態	使用プロトコル
ファイル共有 (NRBS)	ファイル共有	HTTP
リアルタイム通信 (NRCS)	プレゼンス	SIMPLE
	VoIP	SIP、RTP
	IM	SIMPLE
	ファイル転送	ソケット通信

ファイル共有部分では HTTP を使用しているため、ポート番号 80 を使ってファイアウォールやプロキシを経由して LAN 内から LAN 外への通信が可能である。これに対し、リアルタイム通信は SIP/SIMPLE を使っているため、SIP

プロトコルを通過させるファイアウォール設定が必要となる。

## 5. NRBS の特徴

情報共有システム NRBS は通常のリアルタイム通信に加えて P2P 型ファイル共有機能を提供することによってより高度な情報共有を実現することが可能である。本章では NRBS のファイル共有機能の特徴について説明する。

### 5.1 中央管理型システム

従来の P2P 型ファイル共有サービスでは、クライアントが自律的に通信を行なう方式を取っていたため、サービス提供者がサービス全体を中央管理することができなかった。本システムはクライアントを管理サーバが制御する構成であるため、通信キャリア相当の管理機能が実現できる。

ユーザログイン時にサーバ/クライアント間でセッション情報を確立し、ユーザの操作情報をクライアントがサーバに通知することによって、サーバ上にログ情報を記録する。これによってセキュリティ機能の実装やダウンロード数やファイル容量に応じた従量課金などが可能となる。以下に NRBS で記録できるログ情報を、にログ情報記録のシーケンス (図 3) を示す。

- ・ ユーザのセッション情報 (ログイン日時、ログアウト日時)
- ・ ユーザによるファイル登録、登録削除、ダウンロード、ダウンロード失敗、閲覧、保存。

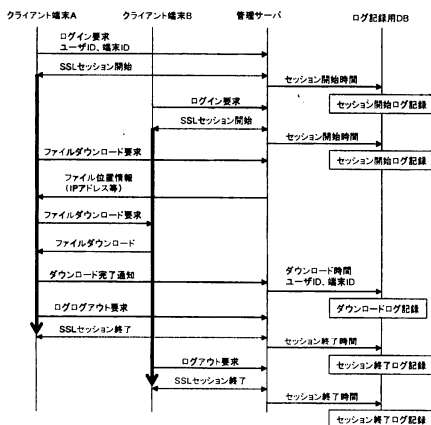


図 3 ログ情報記録シーケンス

### 5.2 仮想ディレクトリ

従来の P2P ファイル共有システムでは分散配置されたファイルをユーザが整理して管理することが困難であった。本システムではファイルを仮想ディレクトリ上に整理して管理する方式をとることによって、ユーザはディレクトリをブラウジングしてファイルを探検・管理できるようになった。これにより、直感的なユーザ操作が可能となり、ファイルの探索や管理の簡略化を実現した。

管理サーバは仮想ディレクトリ情報と登録されているファイルのリンク情報、更に端末上に保存されている実ファイルおよびそのキャッシュに関する情報をデータベース上で管理している。これらの情報は図 4 に示すような関係でお互い関連付けられている。これによりファイルとそのキャッシュは 1 つのファイルとしてアクセス制御を設定し管理することが可能となる。

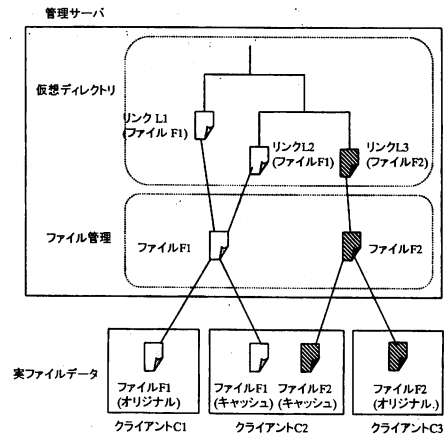


図 4 仮想ディレクトリ

### 5.3 セキュリティ

従来の P2P ファイル共有システムではファイルデータが端末間で直接やり取りされるため、極め細やかなセキュリティ機能を実現することが困難であった。本システムでは表 9 に示すセキュリティ機能を実装することにより、ユーザ間のセキュアな情報共有を実現している。

表 9 NRBS のセキュリティ機能

機能	概要
ユーザ認証	SSL 認証
通信暗号化	C/S 通信：SSL 通信 P2P 通信：暗号化したファイルを転送
アクセス制御	ファイル/フォルダ毎にアクセス権を設定
ファイル暗号化	端末上に保存されるファイルデータを暗号化

## 6. まとめ

ユビキタス環境におけるユーザ間 IP コミュニケーションの動向、およびユーザ間 IP コミュニケーションを実現するアプリケーションシステムとして今後重要となる要件について整理・分析した。ユーザ間 IP コミュニケーションの要件は、(1) ユーザモビリティ、(2) マルチモーダル、(3) 異種端末間通信、(4) プレゼンス情報の利用、(5) 情報/ユーザの探索、である。

上記要件を実現するシステムとして情報共有システム NRBS のコンセプトおよびシステム構成を提案し、本コンセプトに基づいたプロトタイプシステムを開発した。(NRBS のシステムの特徴は、(1) 端末間 P2P 通信によるファイル共有とリアルタイム通信、(2) 中央管理型システム構成によるシステムの集中管理、(3) IPv4/v6 対応、である。

本稿では次世代のユビキタス環境におけるユーザ間 IP コミュニケーションに関する一つの研究指針を提示した。現在本研究で開発した NRBS 情報共有システム(図 5)の実験サービスを公開している[6]。今後の研究課題としては、本システムの拡張を行い、更に高度なユーザ間 IP コミュニケーションのコンセプトとして、Push 型リアルタイム通知、通信ログの蓄積と共有、アイデンティティマネージメント、などを検討していく予定である。

PC用クライアント



図 5 NRBS クライアント GUI

## 参考文献

- [1] 「21世紀におけるインターネット政策の在り方」-日本発の新IT社会を目指して- (情報通信審議会 第3次中間答申) 総務省 (2003.7)
- [2] 吉内 英也, 武田 幸子, 松木 譲介, 星 徹, 「WWW管理インターフェースを備えたIPv6とSIPによる集中制御型会議システムの開発」, 情報処理学会研究報告 Vol.2003, No.106, pp. 109-114, 2003
- [3] IETF RFC3261 SIP: Session Initiation Protocol
- [4] IETF RFC2778 A Model for Presence and Instant Messaging
- [5] IRTF RFC2779 Instant Messaging / Presence Protocol Requirements
- [6] NRBS 実験サービス (<http://nrbs.us/>)